

# Mixed-Integer Nonlinear Model for Multiproduct Inventory Systems with Interior Point and Branch and Bound Method

A. M. Lourenção, E. C. Baptista, E. M. Soler, F. B. Souza and A. C. Cherri

**Abstract**— Inventory management can be considered as one of the main components of planning and production control. In the academic literature numerous mathematical models are presented for inventory management, which refer to different aspects related to this management. The development of efficient inventory models and the adoption of appropriate optimization methods for solving these models are needed to support in making decisions to inventory management. In this paper, we propose an inventory model that works with multiple products and multiple resource constraints, which explores the concept of continuous review and periodic review. This model is formulated as a mixed integer nonlinear optimization problem. It explores for the resolution of this model, an approach based on *Branch and Bound* method and interior point method. In order to propose this model and choose the method for its resolution, initially makes an investigation in the literature review on the topic. Then, it explores the concept of continuous review and periodic review. Finally, two computational tests are proposed, it one to compare the results of proposed model with the linear model and the other to verify their efficiency and applicability. The results show the potential of model and solution method to work with inventory system.

**Keywords**— Multiproduct Inventory Systems, Continuous Review, Periodic Review and Optimization.

## I. INTRODUÇÃO

A GESTÃO de estoques é, tradicionalmente, um dos principais componentes do planejamento e controle da produção e envolve uma série de conceitos relativos a processos, custos, decisões e políticas que, além de permitir um melhor entendimento do funcionamento de um sistema produtivo é um importante instrumento de vantagem competitiva [1]. Alguns trabalhos, como o apresentado por [2], indicam uma relação entre a gestão de estoque e o desempenho financeiro da organização. Os autores de [3] relatam a respeito de algumas pesquisas que mostram evidências que existe um efeito em cadeia positivo entre o desempenho do estoque e a utilização de outras práticas de

manufatura, com consequente melhoria do desempenho de outras áreas.

A literatura apresenta inúmeros modelos matemáticos voltados para a gestão de estoques. Esses modelos referem-se a diversos aspectos relacionados ao controle de estoque. Os diferentes ambientes de negócios no qual as empresas estão inseridas, e as características de produção e distribuição também são fatores que explicam essa diversidade de modelos.

Um dos contextos abordados nesses modelos são os sistemas de estoque de múltiplos produtos, denominados na literatura como modelos de estoque multiprodutos. Modelos multiproduto foram desenvolvidos por vários autores como [4], [5], [6], [7] e [8], entre outros. Esses modelos consideram restrições de orçamento ou espaço físico. Outros modelos multiprodutos foram desenvolvidos posteriormente considerando diferentes aspectos como a substituição de produto [9], pedidos não atendidos [10] e seleção de fornecedores [11]. Muitos modelos multiprodutos como o de [12], [13] e [14] consideram também múltiplas restrições.

Outro fator importante considerado nos modelos de estoque é o tempo de ressuprimento do produto (*lead time* - LT). Os trabalhos [15] e [16] desenvolveram modelos que consideram o *lead time* variável. Outros aspectos também foram abordados nesses tipos de modelos. Por exemplo, [17] apresenta um modelo em que o *lead time* varia de acordo com o tamanho do lote e, [18] considera em seu modelo as vendas perdidas por indisponibilidade do fornecedor.

Diferentes padrões de demanda são abordados nos modelos de estoque encontrados na literatura, como os trabalhos de: [19], [20] e [21] que propuseram modelos com demanda *fuzzy*; [22] que abordaram a demanda sazonal em um modelo que considera também *lead time* variável e restrições de recurso e [23], que desenvolveram um modelo que considera os efeitos da publicidade e os esforços de vendas na demanda futura.

Os modelos de estoque em cadeias de suprimentos são também um tema recorrente na literatura nos últimos anos. Uma revisão de modelos que consideram múltiplos fornecedores foi apresentada por [24]. Já, em [25] desenvolveu-se um modelo para uma cadeia de suprimentos de produtos deterioráveis. Um modelo para produtos remanufaturados em cadeia de suprimentos foi proposto por [26]. Em [27] desenvolveu-se um modelo de controle de estoque com ressuprimento conjunto entre os elos da cadeia de suprimentos.

Ao longo do tempo, os modelos de estoque desenvolveram-se no sentido de incorporar aspectos que representassem as diferentes características dos sistemas produtivos, podendo assim gerar soluções mais eficientes. Modelos de estoque

A. M. Lourenção, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil, alvarodml@yahoo.com.br

E. C. Baptista, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil, baptista@fc.unesp.br

E. M. Soler, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil, edilaine@fc.unesp.br

F. B. Souza, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil, fbernardi@feb.unesp.br

A. C. Cherri, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil, adriana@fc.unesp.br